

(19) BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

(12) **Offenlegungsschrift**
(10) **DE 100 60 628 A 1**

(51) Int. Cl.⁷:
H 01 L 21/324
H 01 L 21/302

Mit Einverständnis des Anmelders offengelegte Anmeldung gemäß § 31 Abs. 2 Ziffer 1 PatG

(71) Anmelder:
Infineon Technologies AG, 81669 München, DE

(74) Vertreter:
Kindermann, P., Dipl.-Ing.Univ., Pat.-Anw., 85598
Baldham

(72) Erfinder:
Berger, Rudolf, Dr., 93049 Regensburg, DE; Zapf,
Jürgen, 92540 Altendorf, DE; Eichinger, Andreas,
01465 Langebrück, DE

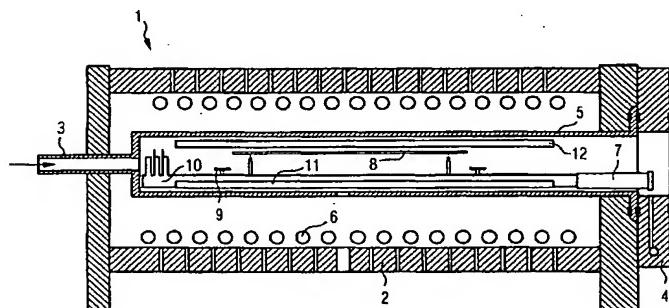
(56) Entgegenhaltungen:
US 58 61 609 A
US 54 52 396 A
J.Electrochem.Soc.: Solid-State Science, Bd. 132,
1985, S. 2237-2239;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) RTP-Reaktor sowie dazugehöriges Betriebsverfahren

(57) Die Erfindung betrifft einen RTP-Reaktor sowie ein dazugehöriges Betriebsverfahren mit einem Reaktorblock (2), einer Vielzahl von Wärmequellen (6), einer Kammer (5) zum Aufnehmen eines Substrats (8) und zumindest einer oberen Wechselplatte (12) zur Verringerung einer Kontamination der Kammer (5) durch von dem Substrat (8) abgedampftes Material. Zur Reduzierung der Wartungskosten sowie der Ausfallzeiten des RTP-Reaktors (1) besitzt die obere Wechselplatte (12) optisch diffuse Eigenschaften.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf einen RTP-Reaktor sowie ein dazugehöriges Betriebsverfahren und insbesondere auf einen RTP-Reaktor mit verbesserten Standzeiten.

[0002] Bei der Herstellung integrierter Schaltungen werden zunehmend Kurzzeittemperaturprozesse bzw. sogenannte "rapid thermal process" (RTP) eingesetzt. Dabei wird ein Substrat für kurze Zeit, typisch 5 bis 10 Sekunden, auf eine Temperatur im Bereich von 1000 bis 1100 Grad Celsius aufgeheizt. Als RTP-Prozesse werden z. B. Ausheilprozesse, Reinigungsprozesse, Oxidationsprozesse und/oder chemische Gasabscheideprozesse (chemical vapor deposition, CVD) durchgeführt. RTP-Prozesse werden meist in Einscheiben-Reaktoren durchgeführt, die eine Vielzahl von ansteuerbaren Wärmequellen aufweisen. Als Wärmequellen werden hierbei meist Lampen oder Heizzonen verwendet.

[0003] Bei einem RTP-Prozess wird ein Substrat für kurze Zeit auf eine hohe Temperatur aufgeheizt. Dabei ist es wichtig, dass das Substrat überall die selbe Temperatur aufweist. Bei verschiedenen RTP-Prozessen, insbesondere bei einem BPSG-Verfließen (Verfließen von Bohr-Phosphor-Silikatglas), dampft Schichtmaterial von den Siliziumscheiben bzw. dem Wafersubstrat ab und schlägt sich in der Prozesskammer der RTP-Anlage bzw. des RTP-Reaktors nieder. Dadurch werden die optischen Eigenschaften der Kammer verändert, was dazu führen kann, dass eine absolute Temperatur des Substrats verändert wird und/oder die Temperaturhomogenität auf dem Substrat mit zunehmender Anzahl von prozessierten Scheiben bzw. Substraten abnimmt.

[0004] Zur Vermeidung einer derartigen Kontamination der Prozesskammer werden gemäß dem Stand der Technik sogenannte Wechselplatten bzw. Linerplatten aus optisch transparentem Quarzglas beispielsweise oberhalb und unterhalb des Substrats (Top- und Bottom-Linerplatten) in die Kammer eingebaut. Das abgedampfte Material schlägt sich somit auf diesen Wechselplatten nieder und nicht mehr in der Prozesskammer selbst. Diese Linerplatten bzw. Wechselplatten sind wesentlich einfacher und kostengünstiger auszutauschen als die Prozesskammer des RTP-Reaktors, wodurch sich die Wartungskosten verringern und die Standzeiten des RTP-Reaktors erhöhen lassen.

[0005] Durch die zunehmende Anzahl von prozessierten Siliziumscheiben bzw. Substraten verringert sich jedoch durch eine Beschichtung die optische Transparenz der Wechselplatten, wobei die obere Wechselplatte wesentlich stärker beschichtet wird als die untere Wechselplatte. Durch diese Beschichtung treten ferner hohe lokale Unterschiede in der Transparenz der Wechselplatten auf, wobei sich nach der Prozessierung von ca. 500 Substraten bzw. Scheiben in der Kammer bereits ein relativ starkes Muster insbesondere auf der Top-Linerplatte ausbildet. Um den Einfluss dieser Veränderungen auf die Temperaturverteilung der Substratscheiben niedrig zu halten, werden demzufolge die Liner- bzw. Wechselplatten in regelmäßigen Abständen ausgetauscht. Sie können nach einer Reinigung wie z. B. einem Abwaschen und anschließenden nasschemischen Reinigen wieder verwendet werden, wobei allerdings eine Transparenz der Wechselplatten mit zunehmender Anzahl von Reinigungsvorgängen abnimmt und somit der Ausgangszustand nicht mehr erreicht werden kann. Die Wechselplatten müssen daher nach ca. 4 bis 5 Wechselzyklen verworfen werden. Da derartige Wechselplatten ca. 1000,- DM/Platte kosten, ist die Wartung und Instandhaltung von derartigen herkömmlichen RTP-Reaktoren relativ kostenintensiv. Da ferner der Austausch der Wechselplatten sowie die Reinigungsvorgänge langwierig sind, ergibt sich ferner eine rela-

tiv zeitaufwändige Instandhaltung, die zu hohen Ausfallszeiten führt.

[0006] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zu Grunde einen RTP-Reaktor sowie ein dazugehöriges Betriebsverfahren zu schaffen, bei dem kurze Ausfallzeiten und geringe Wartungskosten realisierbar sind.

[0007] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe hinsichtlich des Reaktors durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 und hinsichtlich des Verfahrens durch die Maßnahmen des 10 Patentanspruchs gelöst.

[0008] Insbesondere durch die Verwendung einer oberen Wechselplatte mit optisch diffusen Eigenschaften können die Auswirkungen der Beschichtung auf Grund des von dem Substrat abgedampften Materials wesentlich verringert werden, wodurch man bei weiterhin sehr guten Temperaturhomogenitäten auf dem Substrat wesentlich vergrößerte Wechselzyklen und somit verringerte Kosten für die Wartung erhält.

[0009] Vorzugsweise werden die optisch diffusen Eigenschaften durch zumindest eine gleichmäßig matte Oberfläche der oberen Wechselplatte realisiert. Die matte Oberfläche kann hierbei eine durch Schleifen, Sandstrahlen und/oder Ätzen hervorgerufene Rauigkeit aufweisen, wodurch die optischen Eigenschaften bei einer entsprechenden Reinigung nahezu unverändert bleiben und eine Gesamtstandzeit wesentlich verlängert wird.

[0010] Ferner kann eine untere Wechselplatte zur Verringerung einer Kontamination der Kammer unterhalb des Substrats angeordnet sein, die vorzugsweise optisch transparente Eigenschaften aufweist. Da die untere Platte wesentlich geringer beschichtet wird als die obere Wechselplatte, sind die lokalen Unterschiede in der Transparenz hier von untergeordneter Bedeutung. Eine Erwärmung des Substrats kann somit weiterhin sehr effizient durchgeführt werden.

[0011] In den weiteren Unteransprüchen sind weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung gekennzeichnet.

[0012] Die Erfindung wird nachstehend anhand eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher beschrieben.

[0013] Die Figur zeigt eine vereinfachte Schnittansicht durch einen RTP-Reaktor.

[0014] Der RTP-Reaktor 1 umfasst einen Reaktorblock 2 zum Durchführen der vorstehend beschriebenen Kurzzeittemperaturprozesse (rapid thermal process, RTP). Der Reaktorblock 2 weist einen Gaseinlass 3 sowie einen nicht dargestellten Gasauslass auf, worüber die Prozessgase zugeführt bzw. abgeleitet werden. In der Nähe des Gaseinlasses 3 befinden sich Gasprallplatten 10 bzw. "shower heads" in einer Prozesskammer 5, die eine Vergleichmäßigung des Gasflusses bewirken. Zum Öffnen des Reaktorblocks 2 bzw. zum Beschricken der Prozesskammer 5 ist ferner eine Reaktortür 4 vorgesehen. Die Prozesskammer 5 befindet sich innerhalb des Reaktorblocks 2 und besteht vorzugsweise aus einem transparenten Quarzglas. Zwischen der Prozesskammer 5 und dem Reaktorblock 2 sind eine Vielzahl von Wärmequellen 6 angeordnet, die beispielsweise Quarzlampen aufweisen und separat ansteuerbar sind.

[0015] Ein zu behandelndes Substrat 8 wie z. B. eine Silizium-Waferscheibe wird von einer Tragevorrichtung 7 derart gehalten, dass das Substrat 8 von den Quarzlampen 6 durch Bestrahlen gleichmäßig und sehr schnell erhitzt werden kann. Zur weiteren Vergleichmäßigung eines Temperaturprofils an einem Rand des Substrats 8 kann die Prozesskammer 5 ferner ein ringförmiges Element 9 aufweisen, welches vorzugsweise aus einem Siliziumring besteht. Auf diese Weise wird auch am Rand des Substrats 8 eine gleichmäßige Temperaturverteilung erzeugt.

[0016] Zur Verringerung der vorstehend beschriebenen

Kontamination der Prozesskammer 5 durch vom Substrat 8 abgedampftes Material befindet sich oberhalb des Substrats 8 eine obere Wechselplatte 12 (Top-Linerplatte), auf der sich das abgedampfte Material niederschlagen kann und welche relativ einfach auszuwechseln ist. Ferner kann eine untere Wechselplatte 11 (Bottom-Linerplatte) unterhalb des Substrats 8 angeordnet sein, die ebenfalls vom Substrat 8 abgedampftes Material auffängt und relativ einfach auszuwechseln ist.

[0017] Gemäß der vorliegenden Erfindung wird für die obere Wechselplatte 12 nunmehr anstelle der üblicherweise transparent ausgeführten Platten eine Wechselplatte verwendet, die optisch diffuse Eigenschaften aufweist. Auf Grund der optisch diffusen Eigenschaften werden die Einflüsse durch die bei der Abdampfung auf der Wechselplatte erzeugte inhomogene Beschichtung für die Bestrahlung wesentlich verringert, wodurch man auch bei der Prozessierung einer Vielzahl von Siliziumscheiben bzw. Substraten 8 in der Prozesskammer 5 eine im Wesentlichen homogene Temperaturverteilung erhält. Da die Wechselplatte 12 bereits zu Beginn optisch diffuse Eigenschaften aufweist, müssen die Wechselplatten 11 und 12 zu einem wesentlich späteren Zeitpunkt ausgewechselt und gereinigt werden, wodurch sich die Ausfallzeiten des RTP-Reaktors wesentlich verringern.

[0018] Vorzugsweise wird die optisch diffuse Eigenschaft der oberen Wechselplatte 12 durch zumindest eine gleichmäßig matte Oberfläche der Platte erzeugt. Die gleichmäßig matte Oberfläche kann hierbei auf der dem Substrat 8 zugewandten, der abgewandten oder auch auf beiden Seiten der oberen Wechselplatte 12 ausgebildet sein.

[0019] Beispielsweise erhält man die matten Oberflächen der Wechselplatte durch eine Rauigkeit, die durch spezielles Schleifen, Sandstrahlen und/oder Ätzen einer Quarzglasplatte erzeugt wird. Bei der Realisierung einer derartigen matten Oberfläche der oberen Wechselplatte 12 ergibt sich insbesondere bei den notwendigen Reinigungsvorgängen der Wechselplatte eine gleichbleibende Rauigkeit und somit die bereits zu Beginn existierende optisch diffuse Eigenschaft, wodurch sich erfahrungsgemäß nunmehr eine über 50fache Wiederverwendbarkeit der oberen Wechselplatte 12 ergibt. Auf diese Weise erhält man eine deutliche Kostenreduktion bei der Wartung und Instandhaltung des RTP-Reaktors. Da darüber hinaus ein Reinigungsvorgang ohnehin oftmals ein Überätzen/Überschleifen/Sandstrahlen der Wechselplatte beinhaltet, werden die Ausgangszustände für die Wechselplatte 12 automatisch wiederhergestellt.

[0020] Gemäß der vorliegenden Erfindung kann demzufolge eine herkömmliche Top-Liner- bzw. Wechselplatte 12 derart verändert werden, dass sich sowohl die Kosten für die Wartung als auch die Ausfallzeiten des RTP-Reaktors wesentlich verringern. Da lediglich die Oberflächen der Wechselplatte 12 beispielsweise durch Überätzen, Überschleifen und/oder Sandstrahlen matt gemacht werden, jedoch die Geometrie der Platte unverändert bleibt, ergeben sich keine weiteren Kosten bei der Modifizierung des RTP-Reaktors. Insbesondere bei Verwendung von Wolfram-Halogenstrahlern als Wärmequellen 6 ergibt sich eine besonders homogene Strahlungsverteilung und damit Temperaturverteilung auf dem Substrat 8 mit den optisch diffusen Wechselplatten.

[0021] Eine untere Wechselplatte 11 wird vorzugsweise weiterhin durch eine optisch transparente Quarzglasplatte realisiert, wodurch eine Erwärmung des Substrats 8 besonders schnell durchgeführt werden kann. Die Einflüsse einer inhomogenen Schichtbildung sind hierbei von untergeordneter Bedeutung, da sich der größte Teil des vom Substrat abgedampften Materials an der oberen Wechselplatte 12 abscheidet.

[0022] Die vorstehend beschriebene Erfindung wurde für einen RTP-Reaktor zur Verarbeitung von Si-Substraten beschrieben. Es können jedoch auch andere Substrate wie z. B. III-V-Halbleiter, Glas, Keramik, Metall usw. als Substrate verwendet werden. In gleicher Weise wurde für die Wechselplatten 11 und 12 sowie für die Prozesskammer 5 Quarzglas verwendet. Es können jedoch auch alternative Materialien mit entsprechenden thermischen und optischen Eigenschaften verwendet werden. In gleicher Weise kann die Erfindung auch auf Mehrscheiben-Reaktoren angewendet werden.

Patentansprüche

1. RTP-Reaktor mit einem Reaktorblock (2) zum Durchführen von Kurzzeittemperaturprozessen; einer Vielzahl von Wärmequellen (6), die innerhalb des Reaktorblocks (2) angeordnet sind; einer Kammer (5) zum Aufnehmen eines Substrats (8) zwischen den Wärmequellen (6); und zumindest einer oberen Wechselplatte (12) zur Verringerung einer Kontamination der Kammer (5) durch von dem Substrat (8) abgedampftes Material, dadurch gekennzeichnet, dass die obere Wechselplatte (12) diffuse optische Eigenschaften aufweist.
2. RTP-Reaktor nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die diffusen optischen Eigenschaften durch zumindest eine gleichmäßig matte Oberfläche der oberen Wechselplatte (12) realisiert werden.
3. RTP-Reaktor nach Patentanspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die zumindest eine gleichmäßig matte Oberfläche der Wechselplatte (12) eine durch Schleifen, Sandstrahlen und/oder Ätzen hervorgerufene Rauigkeit aufweist.
4. RTP-Reaktor nach einem der Patentansprüche 1 bis 3, gekennzeichnet durch eine untere Wechselplatte (11) zur Verringerung einer Kontamination der Kammer (5), die unterhalb des Substrats (8) angeordnet ist und transparente optische Eigenschaften aufweist.
5. RTP-Reaktor nach einem der Patentansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die obere und/oder untere Wechselplatte (12, 11) ein Quarzglas aufweist.
6. RTP-Reaktor nach einem der Patentansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Kammer (5) ein Quarzglas aufweist.
7. RTP-Reaktor nach einem der Patentansprüche 1 bis 6, gekennzeichnet durch ein ringförmiges Element (9) zur Erzeugung einer gleichmäßigen Temperaturverteilung am Rand des Substrats (8).
8. RTP-Reaktor nach einem der Patentansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Wärmequellen (6) Quarzlampen aufweisen.
9. Verfahren zum Betreiben eines RTP-Reaktors mit einem Reaktorblock (2) zum Durchführen von Kurzzeittemperaturprozessen; einer Vielzahl von Wärmequellen (6), die innerhalb des Reaktorblocks (2) angeordnet sind; einer Kammer (5) zum Aufnehmen eines Substrats (8) zwischen den Wärmequellen (6); und zumindest einer oberen Wechselplatte (12) zur Verringerung einer Kontamination der Kammer (5) durch von dem Substrat (8) abgedampftes Material, mit den Schritten
 - a) Vorbereiten der oberen Wechselplatte (12) zur Realisierung einer optisch diffusen Eigenschaft,
 - b) Beschicken der Kammer (5) mit dem zu behandelnden Substrat (8), und

- c) Durchführen eines Kurzzeittemperaturprozesses.
10. Verfahren nach Patentanspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass in Schritt a) zumindest eine gleichmäßig matte Oberfläche der oberen Wechselplatte (12) realisiert wird. 5
11. Verfahren nach Patentanspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass in Schritt a) ein Schleifen, Sandstrahlen und/oder Ätzen durchgeführt wird. 10

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

THIS PAGE BLANK (USPTO)

